



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Θεωρία Υπολογισμού

Ενότητα 7 : Ντετερμινιστικά Πεπερασμένα Αυτόματα,  
Κανονικές Πράξεις

Αλέξανδρος Τζάλλας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε

## Θεωρία Υπολογισμού

Ενότητα 7 : Ντετερμινιστικά Πεπερασμένα Αυτόματα,  
Κανονικές Πράξεις

Αλέξανδρος Τζάλλας  
Καθηγητής Εφαρμογών  
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





# Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Σήμερα

- Εισαγωγή στα Ντετερμινιστικά Πεπερασμένα Αυτόματα
- Τυπικός Ορισμός Ντετερμινιστικών Πεπερασμένων Αυτόματων
- Σχεδιασμός Ντετερμινιστικού Πεπερασμένου Αυτόματου
- Κανονικές Πράξεις



# Μοντέλα Υπολογισμού

- ❑ **1930: Μηχανή Turing:** αφαιρετική μηχανή (μοντελοποίηση ενός υπολογιστή)
    - τι μπορεί και τι δεν μπορεί να επιλύσει μια υπολογιστική μηχανή
  
  - ❑ **1940-1950: Πεπερασμένα Αυτόματα:** αφαιρετική μηχανή για την αναγνώριση και παραγωγή γλωσσών
- ## Εφαρμογές
- Λογισμικό για την κατασκευή ψηφιακών κυκλωμάτων
  - Ο λεκτικός αναλυτής ενός τυπικού μεταγλωττιστή
  - Λογισμικό για τη σάρωση μεγάλης ποσότητας κειμένου



# Πεπερασμένα αυτόματα

- **Ερώτημα: Τι είναι υπολογιστής;**
  - Ποιες οι δυνατότητές του;
  - Ποιοι οι περιορισμοί του;
- Η **Θεωρία Υπολογισμού** επιδιώκει να απαντήσει στα ερωτήματα αυτά στα πλαίσια διάφορων υπολογιστικών μοντέλων
- **Πεπερασμένα αυτόματα:**
  - **Απλούστερο υπολογιστικό μοντέλο**
  - **Περιορισμένη μνήμη**
- Έχουμε στις μέρες μας υπολογιστικά συστήματα τέτοιου τύπου;
  - Αλληλεπιδρούμε καθημερινός με τέτοια συστήματα



# Πεπερασμένα αυτόματα

Αποτελείται από:

- **Κεντρική μονάδα επεξεργασίας** προκαθορισμένης χωρητικότητας
- **Δέχεται είσοδο** μια συμβολοσειρά μέσω μιας μαγνητικής ταινίας εισόδου
- **Δεν έχει μνήμη**
- **Δεν παράγει έξοδο**, παρά μόνο μια **ένδειξη** αν η είσοδος έγινε αποδεκτή





# Αναπαράσταση Πεπερασμένων Αυτομάτων

- **Γραφήματα με βάρη**
  - Κορυφές – καταστάσεις
  - Ακμές – μεταβάσεις
  - Βάρη – ενέργειες που προκαλούν τη μετάβαση

# Παράδειγμα–Αυτόματη Πόρτα (1/3)



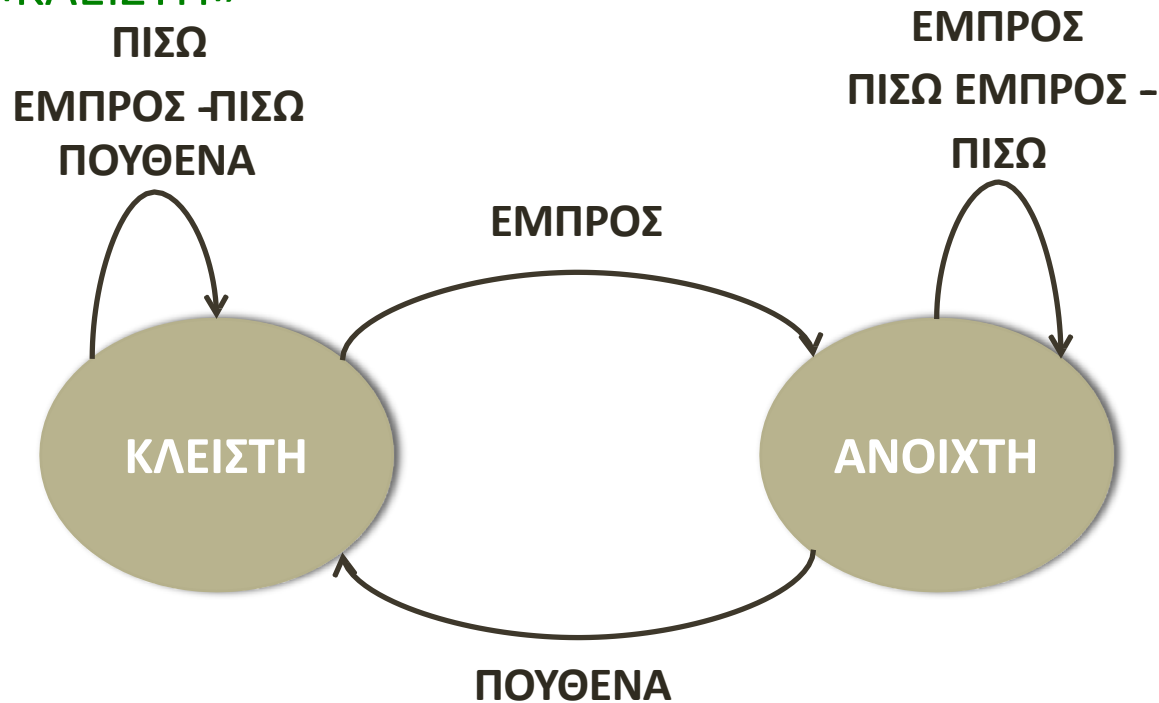
## Τέσσερα Σήματα:

- «ΕΜΠΡΟΣ»: κάποιος στέκεται στο μπροστινό πατάκι
- «ΠΙΣΩ»: κάποιος στέκεται στο πίσω πατάκι
- «ΕΜΠΡΟΣ-ΠΙΣΩ»: έχει κάποιο άτομο και στο μπροστά και το πίσω πατάκι
- «ΠΟΥΘΕΝΑ»: δεν υπάρχει κανένας στα πατάκια



# Παράδειγμα–Αυτόματη Πόρτα (2/3)

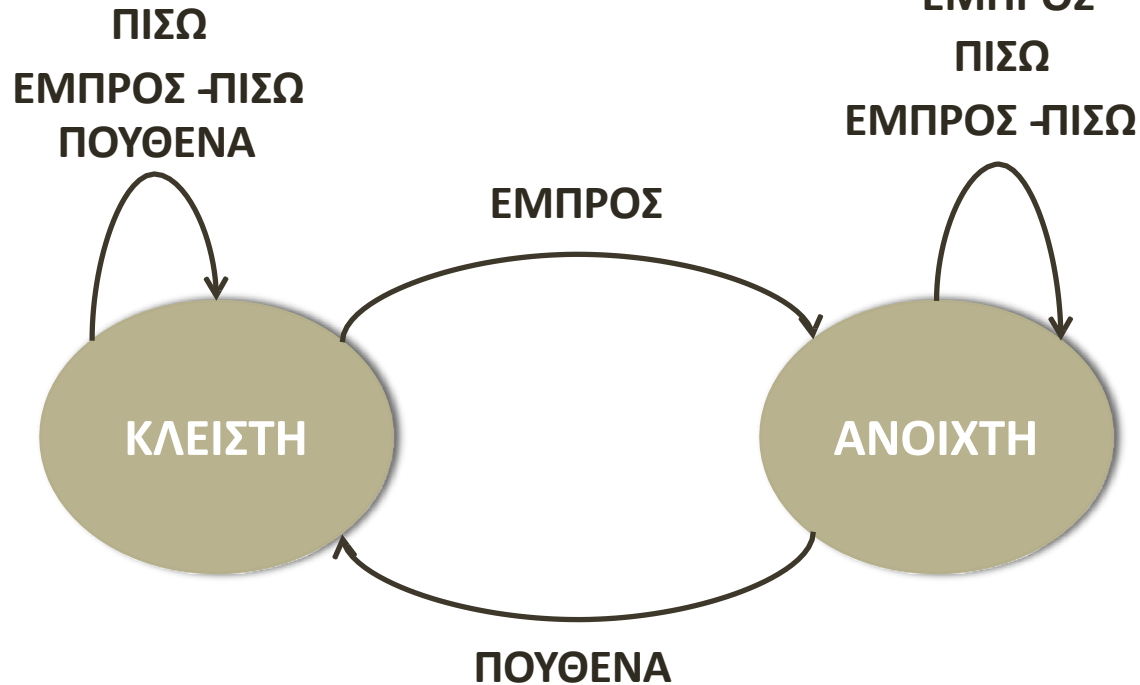
- Καταστάσεις πόρτας
  - «ΑΝΟΙΧΤΗ»
  - «ΚΛΕΙΣΤΗ»



**Διάγραμμα Καταστάσεων** Αυτόματης Πόρτας



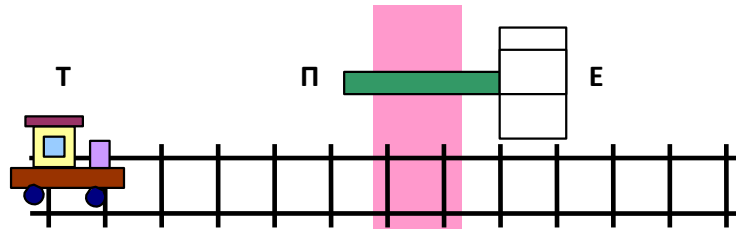
# Παράδειγμα–Αυτόματη Πόρτα (3/3)



	ΠΟΥΘΕΝΑ	ΕΜΠΡΟΣ	ΠΙΣΩ	ΕΜΠΡΟΣ--ΠΙΣΩ
ΚΛΕΙΣΤΗ	ΚΛΕΙΣΤΗ	ΑΝΟΙΧΤΗ	ΚΛΕΙΣΤΗ	ΚΛΕΙΣΤΗ
ΑΝΟΙΧΤΗ	ΚΛΕΙΣΤΗ	ΑΝΟΙΧΤΗ	ΑΝΟΙΧΤΗ	ΑΝΟΙΧΤΗ

# Παράδειγμα–Διασταύρωση (1/3)

- Μια σιδηροδρομική γραμμή διασταυρώνεται με κάποιο δρόμο



Τ: τρένο

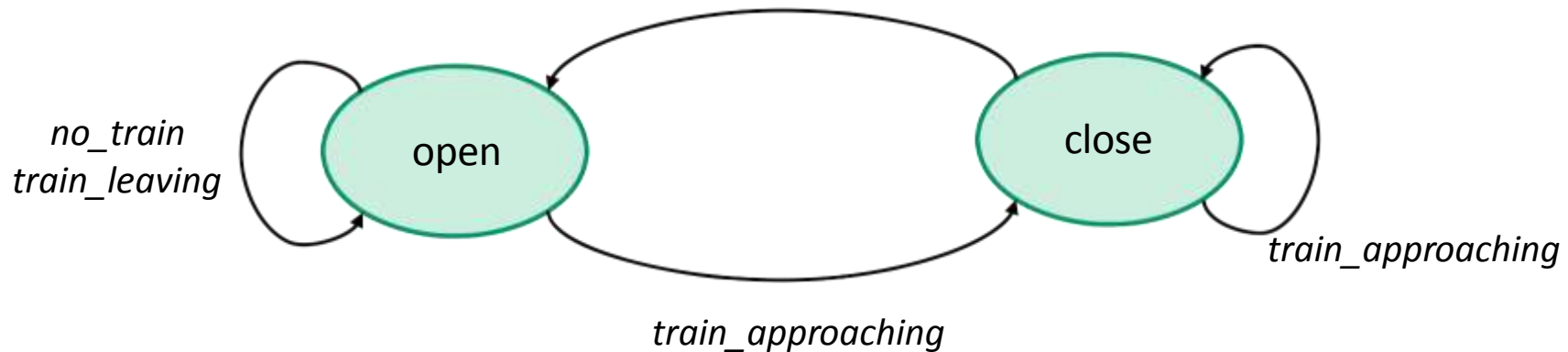
Π: πύλη

Ε: Ελεγκτής

- Ένας ελεγκτής πρέπει να κλείνει την πύλη κάθε φορά που το τρένο πλησιάζει:
  - Όταν δεν υπάρχει τρένο κοντά στον δρόμο η πύλη μπορεί & πρέπει να είναι ανοικτή
  - Όταν πλησιάζει κάποιο τρένο στον δρόμο, αν η πύλη είναι ανοικτή πρέπει να κλείσει & αν είναι κλειστή πρέπει να παραμείνει κλειστή
  - Όταν το τρένο απομακρύνεται & η πύλη είναι κλειστή τότε μπορεί να ανοίξει

# Παράδειγμα–Διασταύρωση (2/3)

- **Καταστάσεις ελεγκτή**
  - Κλείσε την πύλη: *close*
  - Άνοιξε την πύλη: *open*
- **Μηνύματα προς ελεγκτή**
  - Το τραίνο πλησιάζει: *train\_approaching*
  - Το τραίνο φεύγει: *train\_leaving*
  - Δεν υπάρχει τραίνο: *no\_train*





# Παράδειγμα–Διασταύρωση (3/3)

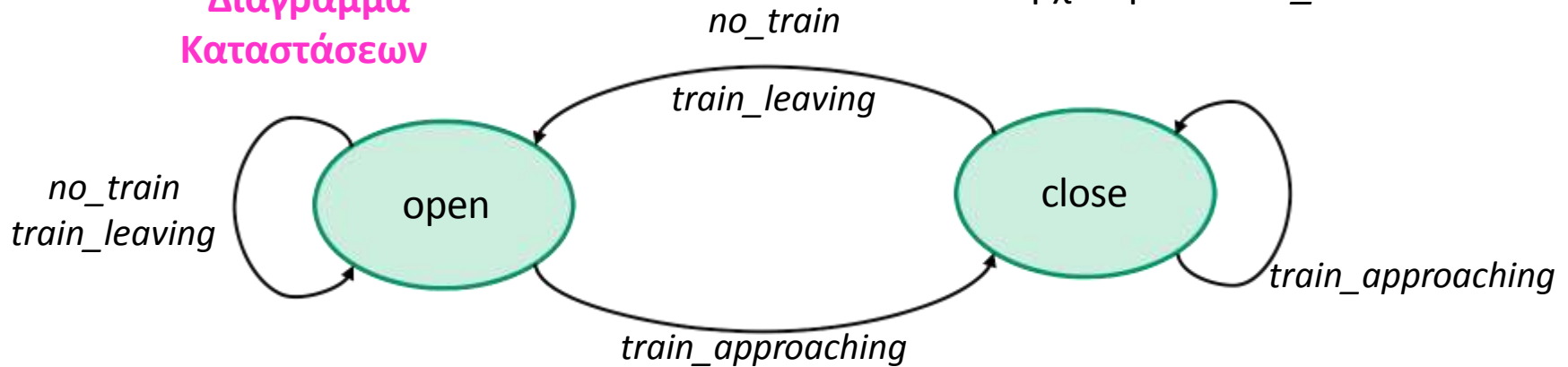
## Καταστάσεις ελεγκτή

- Κλείσε την πύλη: *close*
- Άνοιξε την πύλη: *open*

## Μηνύματα προς ελεγκτή

- Το τραίνο πλησιάζει: *train\_approaching*
- Το τραίνο φεύγει: *train\_leaving*
- Δεν υπάρχει τραίνο: *no\_train*

## Διάγραμμα Καταστάσεων



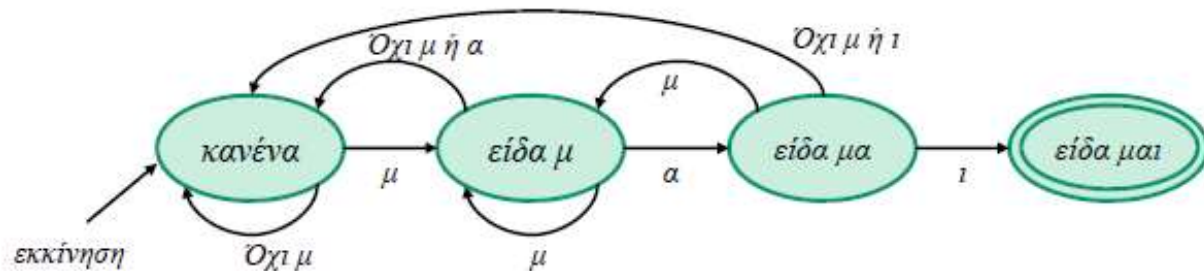
## Πίνακας Μεταβάσεων:

	no_train	train_approaching	train_leaving
open	open	close	open
close	open	close	open



# Παράδειγμα-Αναγνώριση συμβολοσειρών

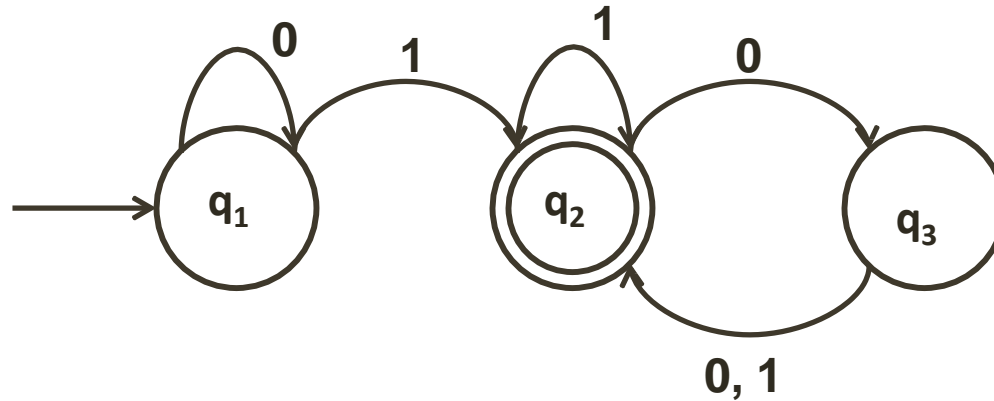
- Θέλουμε να αναγνωρίσουμε κατά πόσο μια ακολουθία τελιώνει στη συμβολοσειρά «μ<sub>α</sub>ι»
- Καταστάσεις
  - Έχω δει συμβολοσειρά που τελιώνει σε «μ»: **είδα μ**
  - Έχω δει συμβολοσειρά που τελιώνει σε «μα»: **είδα μα**
  - Έχω δει συμβολοσειρά που τελιώνει σε «μ<sub>α</sub>ι»: **είδα μ<sub>α</sub>ι**
  - Η συμβολοσειρά που έχω δει δεν τελιώνει σε κανένα από τα πιο πάνω: **κανένα**







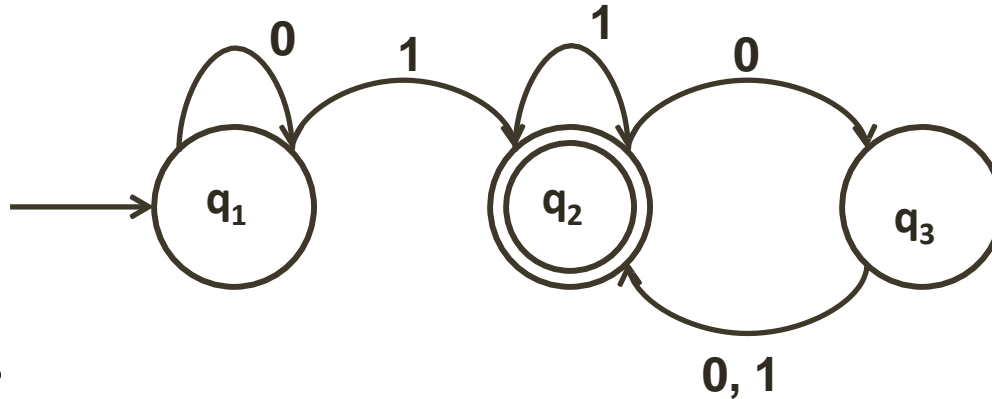
# Διάγραμμα Καταστάσεων (1/3)



- Διάγραμμα τριών καταστάσεων  $\{q_1, q_2, q_3\}$
- **Εναρκτήρια κατάσταση** υποδεικνύεται με βέλος
- **Τελική κατάσταση ή κατάσταση υποδοχής** η  $q_2$
- **Μεταβάσεις** από την μια κατάσταση στην άλλη απεικονίζονται με βέλη.
- **Έξοδος αποδοχή ή απόρριψη**: αν μετά την επεξεργασία δοθέντος λέξης φτάσουμε σε τελική τότε αποδεχόμαστε  
π.χ. Πως τρέχει το αυτόματο στην λέξη 1101;



# Διάγραμμα Καταστάσεων (2/3)

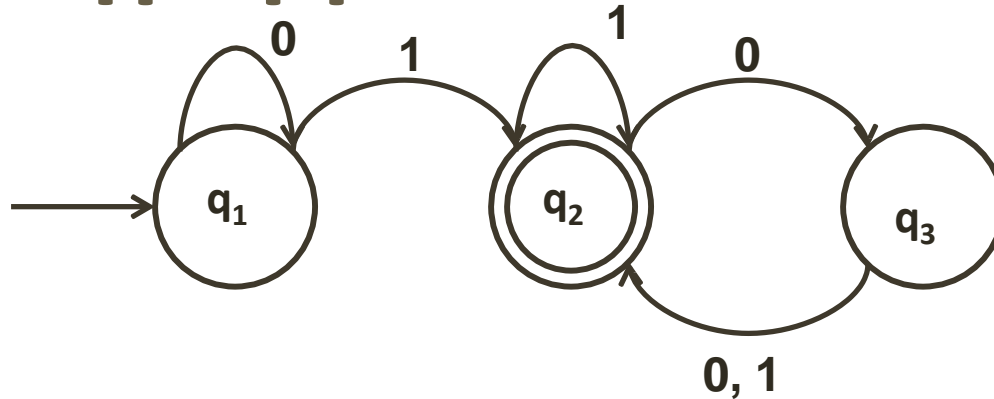


**1101**

1. Ξεκινάει από την κατάσταση  $q_1$
2. Διαβάζει 1 και μεταβαίνει από την κατάσταση  $q_1$  στην  $q_2$
3. Διαβάζει 1 και μεταβαίνει από την κατάσταση  $q_2$  στην  $q_2$
4. Διαβάζει 0 και μεταβαίνει από την κατάσταση  $q_2$  στην  $q_3$
5. Διαβάζει 1 και μεταβαίνει από την κατάσταση  $q_3$  στην  $q_2$
6. Αποδέχεται, διότι κατά την ολοκλήρωση της εισόδου βρίσκεται σε κατάσταση αποδοχής, την  $q_2$



# Διάγραμμα Καταστάσεων (3/3)



- Πειραματιζόμενοι με διάφορες λέξεις εισόδου, διαπιστώνουμε ότι το συγκεκριμένο αυτόματο αποδέχεται π.χ. τις λέξεις 1,01,11, και 0101010101
- Γενικότερα το αυτόματα αποδέχεται όλες τις λέξεις που τελειώνουν σε 1, αφού οποτεδήποτε διαβάζει το σύμβολο 1 μεταβαίνει κατάσταση αποδοχής.
- Επιπλέον αποδέχεται τις λέξεις 100, 0100, 110000, και 0101000000 και κάθε λέξη που τελειώνει με το σύμβολο 1 ακολουθούμενο από άρτιο πλήθος από 0, ενώ απορρίπτει άλλες λέξεις όπως 0, 10, 101000  
(Με βάση τις παρατηρήσεις-> πεγραφή γλώσσας)



# Πεπερασμένα Αυτόματα – Ορισμό

## ΟΡΙΣΜΟΣ

**Πεπερασμένο αυτόματο** είναι μια πεντάδα στοιχείων  $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ , όπου

1.  $Q$  είναι ένα πεπερασμένο σύνολο, τα στοιχεία του οποίου ονομάζονται **καταστάσεις**,
2.  $\Sigma$  είναι ένα πεπερασμένο σύνολο, που ονομάζεται **αλφάβητο**,
3.  $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$ , είναι η **συνάρτηση μεταβάσεων**, (π.χ.  $\delta(p, 1)=q$ )
4.  $q_0 \in Q$  είναι η **εναρκτήρια κατάσταση** (αρχική κατάσταση),
5.  $F \subseteq Q$  είναι το **σύνολο των καταστάσεων αποδοχής** (τελικές καταστάσεις)

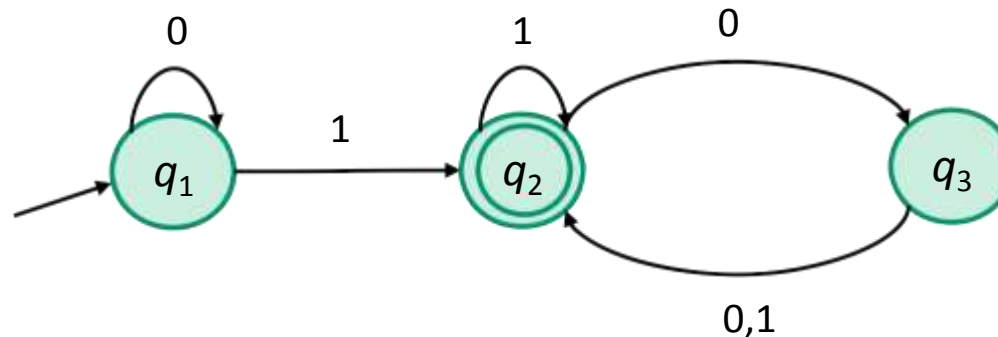
**Πεπερασμένα αυτόματα, ντετερμινιστικά αυτόματα, deterministic automata, DFA**



# Παράδειγμα Πεπερασμένου Αυτόματος

- $M_1 = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ , όπου
  - $Q = \{q_1, q_2, q_3\}$
  - $\Sigma = \{0,1\}$
  - η συνάρτηση μεταβάσεων  $\delta$  περιγράφεται στον πίνακα
  - εναρκτήρια κατάσταση είναι η  $q_1$
  - και  $F = \{q_2\}$

$\delta$	0	1
$q_1$	$q_1$	$q_2$
$q_2$	$q_3$	$q_2$
$q_3$	$q_2$	$q_2$

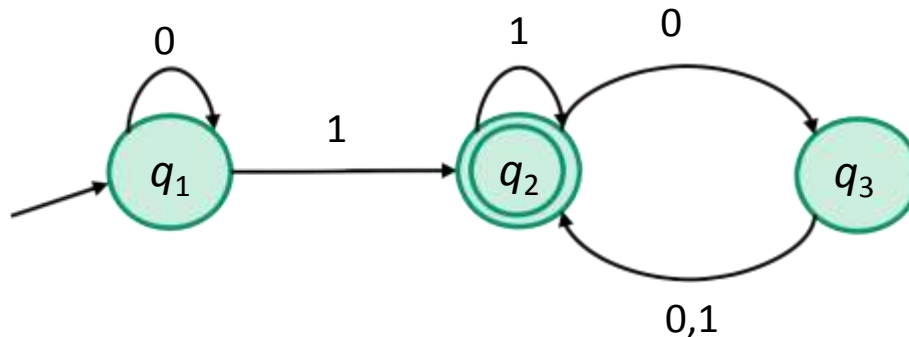




# Επεξεργασία Αυτομάτων

- Έστω μια λέξη  $w=w_1w_2\dots w_n$ . Όταν το αυτόματο  $M$  λάβει την λέξη  $w$  την επεξεργάζεται ως εξής:
  - Ξεκινώντας από την εναρκτήρια κατάσταση το αυτόματο λαμβάνει τα σύμβολα της λέξης ένα προς ένα
  - Μετά από την ανάγνωση κάθε συμβόλου, το αυτόματο μεταβαίνει από την τρέχουσα κατάσταση σε μία καινούρια κατάσταση επιλέγοντας τη μετάβαση που επιγράφεται με το συγκεκριμένο σύμβολο.
  - Μετά από την επεξεργασία και του τελευταίου συμβόλου το αυτόματο παράγει μια έξοδο:
    - Αν βρίσκεται σε κατάσταση αποδοχής, η έξοδος είναι αποδοχή
    - Διαφορετικά η έξοδος είναι απόρριψη

## • Παράδειγμα



Λέξη 0010: Απόρριψη

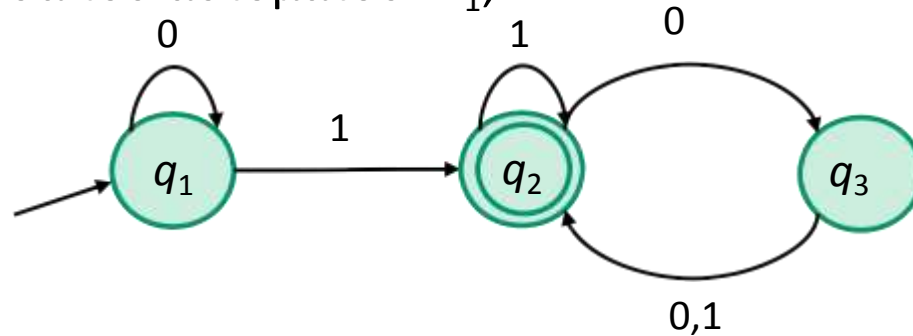
Λέξη 1100: Αποδοχή

Λέξη 0010000: Αποδοχή



# Ορολογία

- **Γλώσσα του αυτομάτου  $M$ ,  $L(M)$** : το σύνολο όλων των λέξεων του αποδέχεται το αυτόματο  $M$
- Αν  $L(M) = A$  τότε λέμε ότι το  $M$  **αναγνωρίζει** την  $A$ 
  - Κάθε αυτόματο αποδέχεται πολλές λέξεις αλλά αναγνωρίζει μια μόνο γλώσσα
- Ποια η γλώσσα του αυτομάτου  $M_1$ ;



$L(M_1) = \{w : \eta w \text{ περιέχει τουλάχιστον ένα σύμβολο } 1 \text{ και το τελευταίο } 1 \text{ ακολουθείται από άρτιο αριθμό } 0\}$

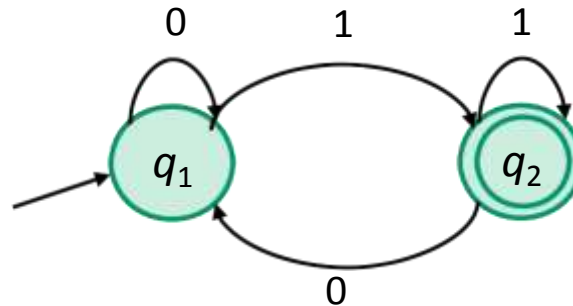


# Παράδειγμα

- $M_2 = (\{q_1, q_2\}, \{0, 1\}, \delta, q_1, \{q_2\})$

$\delta$	0	1
$q_1$	$q_1$	$q_2$
$q_2$	$q_1$	$q_2$

- Διάγραμμα Καταστάσεων:



- $L(M_2) = ;;$

– Δοκιμάζουμε κάποιες λέξεις εισόδου

- 0, 1, 001, 1010, 100111

–  $L(M_2) = \{w : w \text{ τελειώνει σε } 1\}$



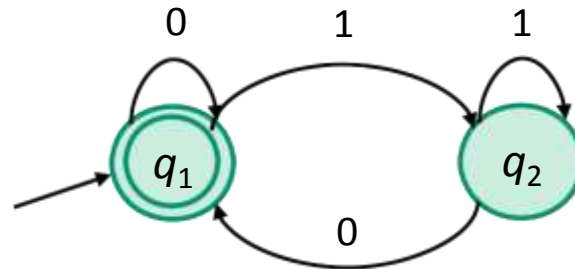


# Βιβλιογραφία

- $M_3 = (\{q_1, q_2\}, \{0, 1\}, \delta, q_1, \{q_1\})$

$\delta$	0	1
$q_1$	$q_1$	$q_2$
$q_2$	$q_1$	$q_2$

- Διάγραμμα Καταστάσεων:



- $L(M_3) = \{ \epsilon \}$ 
  - $L(M_3) = \{w : w \text{ τελειώνει σε } 0 \text{ ή έχει μήκος } 0\}$
  - \* Αποδέχεται την κενή λέξη  $\epsilon$



# Ορισμός του υπολογισμού

- Το αυτόματο  $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  **αποδέχεται** μια λέξη  $w = w_1w_2\dots w_n \in \Sigma^n$  αν υπάρχει ακολουθία καταστάσεων  $r_0, r_1, \dots, r_n$  του  $Q$  που να ικανοποιεί τις συνθήκες:
  1.  $r_0 = q_0$
  2.  $\delta(r_i, w_{i+1}) = r_{i+1}$ , για  $i = 0, \dots, n - 1$ , και
  3.  $r_n \in F$
- 1. Η συνθήκη 1 ορίζει ότι το αυτόματο ξεκινά από την εναρκτήρια κατάσταση
- 2. Η συνθήκη 2 ορίζει ότι το αυτόματο μεταβαίνει από κατάσταση σε κατάσταση σύμφωνα με τη συνάρτηση μεταβάσεων
- 3. Η συνθήκη 3 ορίζει ότι το αυτόματο καταλήγει σε κατάσταση αποδοχής

Λέμε το αυτόματο  $M$  **αναγνωρίζει** τη γλώσσα  $A$  αν:

$$A = \{w : \text{το } M \text{ αποδέχεται την } w\}$$



# Κανονική Γλώσσα

## ΟΡΙΣΜΟΣ

Μια γλώσσα λέγεται **κανονική** αν υπάρχει πεπερασμένο αυτόματο που να την αναγνωρίζει



# Σχεδίαση Αυτομάτων (1/3)

- **Πρόβλημα:** Δοθείσας μιας γλώσσας σχεδιάστε ένα αυτόματο που να την αναγνωρίζει
- **Παράδειγμα 1:**  $A = \{w : w \text{ έχει άρτιο αριθμό από } 1\}$
- **Βήμα 1:** Καθορισμός καταστάσεων
  - Έλεγχος κάθε συμβόλου και αν το τμήμα της λέξης που εξετάστηκε ανήκει ή όχι στη γλώσσα
  - Καθορισμός πληροφοριών που πρέπει να θυμόμαστε:
    1. είτε ο αριθμός των 1 που διαβάσαμε είναι άρτιος
    2. είτε ο αριθμός των 1 που διαβάσαμε είναι περιττός
  - Αποδίδουμε σε κάθε περίπτωση μια κατάσταση

$q_{\text{άρτιο}}$

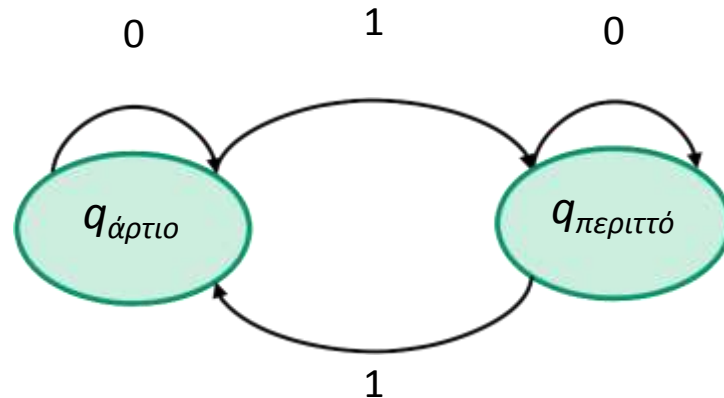
$q_{\text{περιττό}}$



# Σχεδίαση Αυτομάτων (2/3)

## Βήμα 2: Καθορισμός Μεταβάσεων

- Με βάση το πώς πρέπει να μετακινηθούμε μετά την ανάγνωση ενός συμβόλου
  - Ανάγνωση 0: αριθμός 1 δεν αλλάζει άρα μένουμε στην ίδια κατάσταση
  - Ανάγνωση 1: αριθμός 1 αλλάζει άρα αν είμαστε στο  $q_{\text{άρτιο}}$  πάμε  $q_{\text{περιττό}}$  και ανάποδα





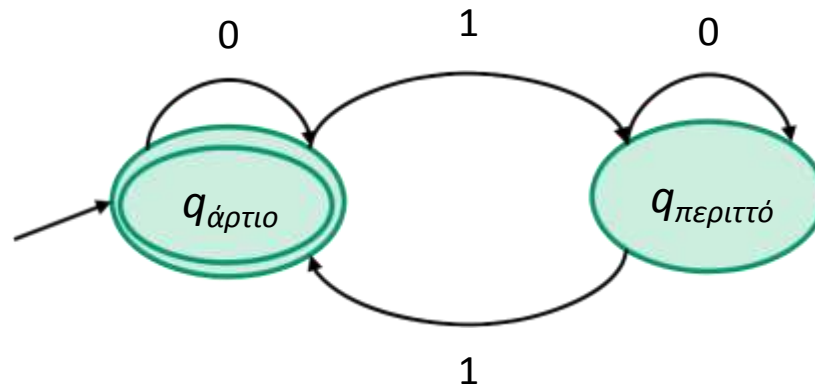
# Σχεδίαση Αυτομάτων (3/3)

**Βήμα 3:** Καθορισμός εναρκτήριας κατάστασης

- Αντιστοιχεί στην περίπτωση της λέξης με 0 σύμβολα
- Εναρκτήρια το  $q_{\text{άρτιο}}$  αφού σε 0 σύμβολα το πλήθος των 1 είναι άρτιο

**Βήμα 4:** Καθορισμός Τελικών Καταστάσεων

- Στην περίπτωσή μας το  $q_{\text{άρτιο}}$





# Πράξεις σε Κανονικές Γλώσσες

Έστω δυο γλώσσες A και B:

- **Ένωση:**  $A \cup B = \{x | x \in A \text{ or } x \in B\}$
- **Συναρμογή (Σύμπτυξη):**  $AB = \{xy | x \in A \text{ and } y \in B\}$
- **Σώρευση:**  $A^* = \{x_1 x_2 \dots x_k | k \geq 0 \text{ and } \forall x_i, x_i \in A\}$
- Η **πράξη της ένωσης** είναι γνωστή παίρνοντας όλες τις λέξεις, τόσο από το A όσο και της B και συγκεντρώνει σε μια γλώσσα
- Η **πράξη της συναρμογής** είναι κάπως πιο περίπλοκη – για να σχηματίσει τις λέξεις της νέας γλώσσας επισυνάπτει μια λέξη της B μετά από μια λέξη της A για όλα τα δυνατά ζεύγη τέτοιων λέξεων
- Η **πράξη της συσσώρευσης** είναι μονομελής πράξη και όχι διμελής. Για να σχηματίσει μια λέξη της νέας γλώσσας, συνάπτει μεταξύ του οποιοδήποτε πλήθος λέξεων της A τη μια κατόπιν της άλλης συμπεριλαμβανόμενης και της κενής λέξη ε



# Παράδειγμα

Έστω  $\Sigma$  τα αλφάβητο με 24 γράμματα  $\{\alpha, \beta, \gamma, \dots, \omega\}$ . Εάν ορίσουμε  $A = \{\text{καλό, κακό}\}$  και  $B = \{\text{αγόρι, κορίτσι}\}$ , τότε

- $A \cup B = \{\text{καλό, κακό, αγόρι, κορίτσι}\}$
- $AB = \{\text{καλόαγόρι, καλόκορίτσι, κακοαγόρι, κακόκορίτσι}\}$ , και
- $A^* = \{\epsilon, \text{καλό, κακό, καλόκαλό, καλόκακό, κακόκαλό, κακοκακό, καλόκαλόκαλό, καλόκαλόκακό, καλόκακόκαλό, καλόκακόκακό, ...}\}$





# Βιβλιογραφία

- H.R. Lewis, Χ. Παπαδημητρίου, "Στοιχεία θεωρίας υπολογισμού", 1η έκδοση/2005, Εκδόσεις Κριτική, ISBN: 978-960-218-397-7 Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 11776 2.
- M. Sipser, "Εισαγωγή στη Θεωρία Υπολογισμού", 1η έκδοση/2009, Εκδόσεις ΙΤΕ-Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, ISBN: 978-960-524-243-5 Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 257

## Επιπλέον συνιστώμενη βιβλιογραφία

- E. Rich, "Automata, Computability and Complexity: Theory and Applications", 1st edition/2007, Prentice Hall, ISBN: 978-0132288064
- J. E. Hopcroft, R. Motwani, J. D. Ullman, "Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation", 3rd edition/2006, Prentice Hall, ISBN: 978-0321455369
- J. Hopcroft, R. Motwani, J. Ullman, Introduction to Automata Theory, Languages and Computation, 2nd ed., Pearson - Addison Wesley, 2003
- M. Sipser, Εισαγωγή στη Θεωρία Υπολογισμού, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2007



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Αλέξανδρος Τζάλλας.  
Θεωρία Υπολογισμού.

Έκδοση: 1.0 Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<http://eclass.teiep.gr/courses/COMP112/>

# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



# Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Ευάγγελος Καρβούνης  
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Τέλος Ενότητας

Ντετερμινιστικά Πεπερασμένα Αυτόματα,  
Κανονικές Πράξεις



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

